

1 Εξέλιξη, θέματα βιολογίας και επιστημονική έρευνα 1

ΤΜΗΜΑ 1.1 Η μελέτη της ζωής αποκαλύπτει ενοποιητικά θέματα 2

- Θέμα: Σε κάθε διαδοχικό επίπεδο βιολογικής οργάνωσης αναδύονται νέες ιδιότητες 3
- Θέμα: Οι διεργασίες της ζωής ενέχουν έκφραση και μεταβίβαση γενετικών πληροφοριών 4
- Θέμα: Η ύπαρξη ζωής προϋποθέτει μεταφορά και μετατροπή ενέργειας, αλλά και ανακύκλωση ύλης 8
- Θέμα: Οι αλληλεπιδράσεις είναι σημαντικές για τα βιολογικά συστήματα σε όλα τα επίπεδα της ζωής, από τα μόρια μέχρι τα οικοσυστήματα 9

ΤΜΗΜΑ 1.2 Το κυρίαρχο θέμα: Η ομοιογένεια όσο και η ποικιλομορφία των έμβιων όντων οφείλονται στην εξέλιξη 11

- Ταξινομώντας την ποικιλομορφία της ζωής 11
- Ο Κάρολος Δαρβίνος και η θεωρία της φυσικής επιλογής 13
- Το δένδρο της ζωής 14

ΤΜΗΜΑ 1.3 Για να μελετήσουν τη φύση οι επιστήμονες διατυπώνουν και ελέγχουν υποθέσεις 16

- Εξερεύνηση και παρατήρηση 16
- Συλλογή και ανάλυση δεδομένων 16
- Διατύπωση και έλεγχος υποθέσεων 17
- Η ευελιξία της επιστημονικής μεθόδου 18
- Μελέτη περίπτωσης επιστημονικής διερεύνησης: Εξετάζοντας το χρώμα του τριχώματος σε πληθυσμούς ποντικών 18
- Μεταβλητές και έλεγχος πειραμάτων 21
- Επιστημονικές θεωρίες 21

ΤΜΗΜΑ 1.4 Η συνεργασία και η σύνθεση ποικίλων απόψεων ωφελούν την επιστήμη 22

- «Χτίζοντας» πάνω στο έργο άλλων 22
- Επιστήμη, τεχνολογία και κοινωνία 24
- Η σημασία των διαφορετικών απόψεων στην επιστήμη 24

Ενότητα 1 Η χημεία της ζωής 29

Συνέντευξη: Kenneth Olden 29

2 Το χημικό πλαίσιο της ζωής 30

ΤΜΗΜΑ 2.1 Η ύλη αποτελείται από χημικά στοιχεία σε καθαρή μορφή ή από συνδυασμούς στοιχείων που ονομάζονται ενώσεις 31

- Στοιχεία και ενώσεις 31
- Τα στοιχεία της ζωής 31
- Περιπτώσιολογική μελέτη: Εξέλιξη της ανοχής σε τοξικά στοιχεία 32

ΤΜΗΜΑ 2.2 Οι ιδιότητες ενός στοιχείου εξαρτώνται από τη δομή των ατόμων του 32

- Υποατομικά σωματίδια 32
- Ατομικός αριθμός και ατομική μάζα 33
- Ισότοπα 33
- Τα ενεργειακά επίπεδα των ηλεκτρονίων 34
- Κατανομή των ηλεκτρονίων και χημικές ιδιότητες 36
- Τροχιακά ηλεκτρονίων 37

ΤΜΗΜΑ 2.3 Ο σχηματισμός και η λειτουργία των μορίων και των ιοντικών ενώσεων εξαρτώνται από τους χημικούς δεσμούς μεταξύ ατόμων 38

- Ομοιοπολικοί δεσμοί 38
- Ιοντικοί δεσμοί 40
- Ασθενείς χημικές αλληλεπιδράσεις 41
- Μοριακό σχήμα και μοριακή λειτουργία 42

ΤΜΗΜΑ 2.4 Οι χημικές αντιδράσεις δημιουργούν και διασπούν χημικούς δεσμούς 43

3 Νερό και ζωή 49

ΤΜΗΜΑ 3.1 Η πολικότητα των μορίων του νερού οδηγεί στη δημιουργία δεσμών υδρογόνου 50

ΤΜΗΜΑ 3.2 Τέσσερις αναδύμενες ιδιότητες του νερού συμβάλλουν στην καταλληλότητα της Γης για ζωή 50

- Συνοχή των μορίων του νερού 50
- Θερμορρυθμιστική ικανότητα του νερού 51
- Ο πάγος επιπλέει πάνω στο υγρό νερό 53
- Νερό: Ο διαλύτης της ζωής 54
- Πιθανή ύπαρξη ζωής σε άλλους πλανήτες 56

ΤΜΗΜΑ 3.3 Όξινες και βασικές συνθήκες επηρεάζουν τους ζωντανούς οργανισμούς 57

- Οξέα και βάσεις 57
- Η κλίμακα του pH 58
- Ρυθμιστικές ουσίες και ρυθμιστικά διαλύματα 59
- Οξίνιση: Μια απειλή για τους ωκεανούς μας 59



4 Ο άνθρακας και η μοριακή ποικιλότητα της ζωής 63

ΤΜΗΜΑ 4.1 Η οργανική χημεία είναι καίρια για την κατανόηση της προέλευσης της ζωής 64

ΤΜΗΜΑ 4.2 Τα άτομα του άνθρακα μπορούν να σχηματίσουν μεγάλη ποικιλία μορίων δημιουργώντας δεσμούς με τέσσερα άλλα άτομα 66

- Σχηματισμός δεσμών με το άτομο του άνθρακα 66
- Η μοριακή ποικιλομορφία είναι αποτέλεσμα των παραλλαγών του ανθρακικού σκελετού 67

ΤΜΗΜΑ 4.3 Η λειτουργία των βιολογικών μορίων βασίζεται σε έναν μικρό αριθμό χημικών ομάδων 70

- Οι σημαντικότερες χημικές ομάδες για τις διεργασίες της ζωής 70
- ATP: Μια σημαντική πηγή ενέργειας για τις κυτταρικές διεργασίες 70
- Τα χημικά στοιχεία της ζωής: Επανάληψη 71

5 Δομή και λειτουργία των μεγάλων βιολογικών μορίων 75

ΤΜΗΜΑ 5.1 Τα μακρομόρια είναι πολυμερή που συντίθενται από μονομερή 76

Σύνθεση και διάσπαση των πολυμερών 76
Ποικιλότητα των πολυμερών 76

ΤΜΗΜΑ 5.2 Οι υδατάνθρακες χρησιμεύουν ως καύσιμα και δομικά υλικά 77

Μονοσακχαρίτες και δισακχαρίτες 77
Πολυσακχαρίτες 78

ΤΜΗΜΑ 5.3 Τα λιπίδια είναι μια ετερογενής ομάδα υδρόφοβων μορίων 82

Λίπη 82
Φωσφολιπίδια 84
Στεροειδή 84

ΤΜΗΜΑ 5.4 Οι πρωτεΐνες έχουν διάφορες δομές, οπότε εμφανίζουν μεγάλο εύρος λειτουργιών 85

Αμινοξέα (μονομερή των πρωτεϊνών) 87
Πολυπεπτίδια (πολυμερή αμινοξέων) 87
Δομή και λειτουργία των πρωτεϊνών 88

ΤΜΗΜΑ 5.5 Τα νουκλεϊκά οξέα αποθηκεύουν, μεταβιβάζουν και συμβάλλουν στην έκφραση των κληρονομικών πληροφοριών 93

Οι λειτουργίες των νουκλεϊκών οξέων 94
Τα συστατικά των νουκλεϊκών οξέων 94
Νουκλεοτιδικά πολυμερή 95
Η δομή των μορίων του DNA και του RNA 96

ΤΜΗΜΑ 5.6 Η γονιδιωματική και η πρωτεϊνωματική έχουν μεταμορφώσει τη βιολογική έρευνα και τις βιολογικές εφαρμογές 97

Το DNA και οι πρωτεΐνες ως μέτρο της εξέλιξης 97



Ενότητα 2 Το κύτταρο 103

Συνέντευξη: Diana Bautista 103

6 Περιήγηση στο κύτταρο 104

ΤΜΗΜΑ 6.1 Η μελέτη των κυττάρων γίνεται με τη χρήση μικροσκοπιών και βιοχημικών μεθόδων 105

Μικροσκοπία 105
Κυτταρική κλασμάτωση 107

ΤΜΗΜΑ 6.2 Τα ευκαρυωτικά κύτταρα διαθέτουν εσωτερικές μεμβράνες που διαμερισματοποιούν τις λειτουργίες τους 108

Συγκρίνοντας τα προκαρυωτικά με τα ευκαρυωτικά κύτταρα 108
Πανοραμική θεώρηση ενός ευκαρυωτικού κυττάρου 111

ΤΜΗΜΑ 6.3 Οι γενετικές οδηγίες των ευκαρυωτικών κυττάρων βρίσκονται στον πυρήνα και εκτελούνται από τα ριβοσώματα 111

Πυρήνας: Η κεντρική υπηρεσία πληροφοριών 111
Ριβοσώματα: Εργοστάσια πρωτεϊνών 115

ΤΜΗΜΑ 6.4 Το σύστημα των ενδοκυττάρων μεμβρανών ρυθμίζει την κυκλοφορία των πρωτεϊνών και επιτελεί μεταβολικές λειτουργίες 115

Ενδοπλασματικό δίκτυο: Εργοστάσιο βιοσύνθεσης 116
Συσκευή Golgi: Κέντρο παραλαβής και αποστολής 117
Λυσοσώματα: Διαμερίσματα ενδοκυττάρια πέψης 118
Χυμοτόπια: Ποικίλα διαμερίσματα συντήρησης 120
Επισκόπηση στο σύστημα των ενδοκυττάρων μεμβρανών 120

ΤΜΗΜΑ 6.5 Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες μετατρέπουν μια μορφή ενέργειας σε μια άλλη 121

Η εξελικτική προέλευση των μιτοχονδρίων και των χλωροπλάστων 121
Μιτοχόνδρια: Μετασχηματισμός της χημικής ενέργειας 122
Χλωροπλάστες: Συλλέκτες φωτεινής ενέργειας 123
Υπεροξειδώματα: Οξειδωση 124

ΤΜΗΜΑ 6.6 Ο κυτταροσκελετός είναι ένα δίκτυο ινιδίων που οργανώνει τις δομές και τις δραστηριότητες του κυττάρου 124

Λειτουργίες του κυτταροσκελετού: Υποστήριξη και κίνηση 124
Συστατικά του κυτταροσκελετού 125

ΤΜΗΜΑ 6.7 Τα εξωκυττάρια συστατικά και οι διακυτταρικές συνδέσεις συνεισφέρουν στον συντονισμό των κυτταρικών δραστηριοτήτων 130

Τα κυτταρικά τοιχώματα των φυτών 130
Η εξωκυττάρια θεμέλια ουσία των ζωικών κυττάρων 131
Διακυτταρικές συνδέσεις 132

ΤΜΗΜΑ 6.8 Το κύτταρο είναι κάτι περισσότερο από το άθροισμα των συστατικών του 133

7 Δομή και λειτουργία των μεμβρανών 139

ΤΜΗΜΑ 7.1 Οι κυτταρικές μεμβράνες είναι ρευστά μωσαϊκά λιπιδίων και πρωτεϊνών 140

Η ρευστότητα των μεμβρανών 140
Εξελικτικές διαφοροποιήσεις στη λιπιδική σύσταση των μεμβρανών 142
Οι μεμβρανικές πρωτεΐνες και οι λειτουργίες τους 142
Ο ρόλος των μεμβρανικών υδατανθράκων στη διακυτταρική αναγνώριση 144
Σύνθεση και πολικότητα των μεμβρανών 144

ΤΜΗΜΑ 7.2 Η εκλεκτική διαπερατότητα των μεμβρανών οφείλεται στη δομή τους 145

Η διαπερατότητα της λιπιδικής διπλοστιβάδας 146
Μεταφορικές πρωτεΐνες 146

ΤΜΗΜΑ 7.3 Παθητική μεταφορά είναι η διάχυση μιας ουσίας διαμέσου μιας μεμβράνης χωρίς δαπάνη ενέργειας 146

Επίδραση της ώσμωσης στην υδατική ισορροπία 147
Διευκολυνόμενη διάχυση: Παθητική μεταφορά υποβοηθούμενη από πρωτεΐνες 149

ΤΜΗΜΑ 7.4 Η ενεργητική μεταφορά απαιτεί ενέργεια για τη διακίνηση διαλυμένων ουσιών αντίθετα προς τη διαβάθμιση συγκέντρωσής τους 150

Η ενεργητική μεταφορά απαιτεί ενέργεια 150
Οι αντλίες ιόντων και ο ρόλος τους στη διατήρηση του δυναμικού της μεμβράνης 151
Συμμεταφορά: Συζευγμένη μεταφορά από μια μεμβρανική πρωτεΐνη 153

ΤΜΗΜΑ 7.5 Η μαζική μεταφορά ουσιών διαμέσου της κυτταροπλασματικής μεμβράνης γίνεται με εξωκυττάρωση και ενδοκυττάρωση 154

Εξωκυττάρωση 154

Ενδοκυττάρωση 155

8 Εισαγωγή στον μεταβολισμό 159

ΤΜΗΜΑ 8.1 Με τον μεταβολισμό, οι οργανισμοί μετασχηματίζουν την ύλη και την ενέργεια 160

Μεταβολικές οδοί 160

Μορφές ενέργειας 160

Οι νόμοι των ενεργειακών μετασχηματισμών 161

ΤΜΗΜΑ 8.2 Η μεταβολή της ελεύθερης ενέργειας μιας αντίδρασης μας πληροφορεί για το αν η αντίδραση αυτή συμβαίνει αυθόρμητα ή όχι 163

Η μεταβολή της ελεύθερης ενέργειας (ΔG) 163

Ελεύθερη ενέργεια, σταθερότητα και ισορροπία 164

Ελεύθερη ενέργεια και μεταβολισμός 165

ΤΜΗΜΑ 8.3 Η ATP τροφοδοτεί ενεργειακά τις κυτταρικές λειτουργίες, συζευγνύοντας τις εξώεργες με τις ενδόεργες αντιδράσεις 167

Η δομή και η υδρόλυση της ATP 167

Πώς η ATP παρέχει την ενέργεια για την εκτέλεση έργου; 168

Η αναγέννηση της ATP 169

ΤΜΗΜΑ 8.4 Τα ένζυμα επιταχύνουν τις μεταβολικές αντιδράσεις χαμηλώνοντας τους ενεργειακούς φραγμούς 170

Ο φραγμός της ενέργειας ενεργοποίησης 170

Πώς επιταχύνουν τα ένζυμα τις αντιδράσεις; 171

Εξειδίκευση των ενζύμων ως προς το υπόστρωμα 172

Η κατάλυση στο ενεργό κέντρο του ενζύμου 173

Η επίδραση των τοπικών συνθηκών στην ενζυμική ενεργότητα 174

Η εξέλιξη των ενζύμων 177

ΤΜΗΜΑ 8.5 Η ρύθμιση της ενζυμικής ενεργότητας συμβάλλει στον έλεγχο του μεταβολισμού 177

Αλλοστερική ρύθμιση των ενζύμων 177

Εντοπισμός των ενζύμων μέσα στο κύτταρο 179



9 Κυτταρική αναπνοή και ζύμωση 183

ΤΜΗΜΑ 9.1 Οι καταβολικές οδοί οξειδώνουν οργανικά μόρια και αποδίδουν ενέργεια 184

Καταβολικές οδοί και παραγωγή ATP 184

Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις: Οξείδωση και αναγωγή 185

Προεπισκόπηση των σταδίων της κυτταρικής αναπνοής 188

ΤΜΗΜΑ 9.2 Κατά τη γλυκόλυση συγκομίζεται χημική ενέργεια μέσω της οξείδωσης της γλυκόζης σε πυροσταφυλικό 189

ΤΜΗΜΑ 9.3 Μετά την οξείδωση του πυροσταφυλικού, η συγκομιδή ενέργειας ολοκληρώνεται με την οξείδωση οργανικών μορίων στον κύκλο του κιτρικού οξέος 191

Οξείδωση του πυροσταφυλικού σε ακετυλο-CoA 191

Ο κύκλος του κιτρικού οξέος 192

ΤΜΗΜΑ 9.4 Κατά την οξειδωτική φωσφορυλίωση, η χημειώσμωση συζευγνύει τη μεταφορά ηλεκτρονίων με τη σύνθεση ATP 194

Η οδός μεταφοράς των ηλεκτρονίων 194

Χημειώσμωση: Ένας μηχανισμός σύζευξης ενέργειας 195

Γενικός ισολογισμός της παραγωγής ATP κατά την κυτταρική αναπνοή 197

ΤΜΗΜΑ 9.5 Με τη ζύμωση και την αναερόβια αναπνοή, τα κύτταρα μπορούν να παράγουν ATP χωρίς τη χρήση οξυγόνου 199

Είδη ζύμωσης 201

Σύγκριση ζύμωσης, αναερόβιας και αερόβιας αναπνοής 202

Η εξελικτική σημασία της γλυκόλυσης 203

ΤΜΗΜΑ 9.6 Η γλυκόλυση και ο κύκλος του κιτρικού οξέος συνδέονται με πολλές άλλες μεταβολικές οδούς 203

Η προσαρμοστικότητα του καταβολισμού 203

Βιοσύνθεση (αναβολικές οδοί) 204

Ρύθμιση της κυτταρικής αναπνοής μέσω αναδραστικών μηχανισμών 204



10 Φωτοσύνθεση 209

ΤΜΗΜΑ 10.1 Η φωτοσύνθεση τροφοδοτεί τη βίωση 210

ΤΜΗΜΑ 10.2 Η φωτοσύνθεση μετατρέπει την ενέργεια του φωτός στη χημική ενέργεια των τροφών 211

Χλωροπλάστες: Τα φυτικά οργανίδια στα οποία πραγματοποιείται η φωτοσύνθεση 211

Ακολουθώντας τα άτομα κατά τη διάρκεια

της φωτοσύνθεσης 212

Τα δύο στάδια της φωτοσύνθεσης: Μια προεπισκόπηση 213

ΤΜΗΜΑ 10.3 Οι φωτεινές αντιδράσεις μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία στη χημική ενέργεια των ATP και NADPH 214

Η φύση του ηλιακού φωτός 214

Φωτοσυνθετικές χρωστικές: Οι υποδοχείς του φωτός 215

Διέγερση της χλωροφύλλης από το φως 217

Φωτοσύνθεση: Ένα σύμπλοκο κέντρο αντίδρασης που σχετίζεται με σύμπλοκα συλλογής του φωτός 218

Γραμμική ροή ηλεκτρονίων 219

Κυκλική ροή ηλεκτρονίων 221

Σύγκριση της χημειώσμωσης στους χλωροπλάστες και στα μιτοχόνδρια 222

ΤΜΗΜΑ 10.4 Ο κύκλος του Calvin ανάγει το διοξείδιο του άνθρακα σε σάκχαρα χρησιμοποιώντας την ενέργεια των ATP και NADPH 224

ΤΜΗΜΑ 10.5 Τα φυτά των περιοχών με θερμό και ξηρό κλίμα

έχουν αναπτύξει εναλλακτικούς μηχανισμούς δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα 226

Φωτοαναπνοή: Ένα εξελικτικό κατάλοιπο; 226

Φυτά C₄ 227

Φυτά CAM 228

ΤΜΗΜΑ 10.6 Η φωτοσύνθεση είναι απαραίτητη για τη ζωή στη Γη: Επισκόπηση 230



11 Κυτταρική σηματοδότηση 237

ΤΜΗΜΑ 11.1 Εξωκυττάρια σήματα μετατρέπονται μέσα στο κύτταρο σε αποκρίσεις 238

Η εξέλιξη της κυτταρικής σηματοδότησης 238

Τοπική και εξ αποστάσεως επικοινωνία 239

Τα τρία στάδια της κυτταρικής σηματοδότησης: *Μια επισκόπηση* 241

ΤΜΗΜΑ 11.2 Υποδοχή σήματος: Η δέσμευση ενός σηματοδοτικού μορίου στον υποδοχέα του μεταβάλλει τη διαμόρφωσή του 242

Υποδοχείς της κυτταροπλασματικής μεμβράνης 242

Ενδοκυττάριοι υποδοχείς 243

ΤΜΗΜΑ 11.3 Μεταγωγή σήματος: Τα σήματα που λαμβάνουν οι υποδοχείς μεταδίδονται, μέσω διαδοχικών μοριακών αλληλεπιδράσεων στο εσωτερικό του κυττάρου, σε ενδιάμεσα μόρια 247

Οδοί μεταγωγής σήματος 247

Φωσφορυλίωση και αποφωσφορυλίωση πρωτεϊνών 247

Μικρά μόρια και ιόντα ως δεύτεροι αγγελιαφόροι 248

ΤΜΗΜΑ 11.4 Κυτταρική απόκριση: Η κυτταρική σηματοδότηση επιδρά είτε στη μεταγραφή είτε σε κυτταροπλασματικές διεργασίες 251

Πυρηνικές και κυτταροπλασματικές αποκρίσεις 251

Ρυθμίσεις της απόκρισης 253

ΤΜΗΜΑ 11.5 Η απόπτωση απαιτεί τη συντονισμένη δράση πολλών σηματοδοτικών οδών 255

Η απόπτωση στον γεωσκώληκα *Caenorhabditis elegans* 256

Οι αποπτωτικές οδοί και τα σήματα που τις πυροδοτούν 257

12 Ο κυτταρικός κύκλος 261

ΤΜΗΜΑ 12.1 Οι περισσότερες κυτταρικές διαιρέσεις έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία γενετικά πανομοιότυπων θυγατρικών κυττάρων 262

Οι κομβικές λειτουργίες της κυτταρικής διαίρεσης 262

Κυτταρική οργάνωση του γενετικού υλικού 262

Κατανομή των χρωμοσωμάτων κατά την ευκαρυωτική κυτταρική διαίρεση 263

ΤΜΗΜΑ 12.2 Ο κυτταρικός κύκλος περιλαμβάνει διαδοχικές εναλλαγές μεσόφασης και μίτωσης 264

Οι φάσεις του κυτταρικού κύκλου 264

Μιτωτική άτρακτος: *Μια λεπτομερής ανάλυση* 265

Κυτταροκίνηση: *Μια λεπτομερής ανάλυση* 268

Βακτηριακή διχοτόμηση 269

Η εξέλιξη της μίτωσης 270

ΤΜΗΜΑ 12.3 Ο ευκαρυωτικός κυτταρικός κύκλος ρυθμίζεται από ένα μοριακό σύστημα ελέγχου 272

Το σύστημα ελέγχου του κυτταρικού κύκλου 272

Το σύστημα ελέγχου του κυτταρικού κύκλου δεν λειτουργεί στα καρκινικά κύτταρα 277

Ενότητα 3 Γενετική 283

Συνέντευξη: Francisco Mojica 283

13 Μείωση και φυλετικοί βιολογικοί κύκλοι 284

ΤΜΗΜΑ 13.1 Οι απόγονοι αποκτούν γονίδια από τους γονείς τους κληρονομώντας χρωμοσώματα 285

Κληρονόμηση γονιδίων 285

Σύγκριση αφυλετικής και φυλετικής αναπαραγωγής 285

ΤΜΗΜΑ 13.2 Η γονιμοποίηση και η μείωση εναλλάσσονται στους φυλετικούς βιολογικούς κύκλους 286

Σειρές χρωμοσωμάτων στα ανθρώπινα κύτταρα 286

Πώς συμπεριφέρονται οι σειρές χρωμοσωμάτων στον βιολογικό κύκλο του ανθρώπου; 288

Η ποικιλία των αναπαραγωγικών βιολογικών κύκλων 289

ΤΜΗΜΑ 13.3 Κατά τη μείωση, ο αριθμός των χρωμοσωμάτων ελαττώνεται από διπλοειδής σε απλοειδή 291

Τα στάδια της μείωσης 291

Σύναψη και επιχiasμός κατά την πρόφαση I 292

Σύγκριση μίτωσης και μείωσης 292

ΤΜΗΜΑ 13.4 Η γενετική ποικιλομορφία που προκύπτει από τους κύκλους της φυλετικής αναπαραγωγής συμβάλλει στην εξέλιξη των ειδών 295

Η προέλευση της γενετικής ποικιλομορφίας μεταξύ των απογόνων 295

Η εξελικτική σημασία της γενετικής ποικιλομορφίας στους πληθυσμούς 297

14 Ο Μέντελ και η έννοια του γονιδίου 301

ΤΜΗΜΑ 14.1 Μέσω της επιστημονικής προσέγγισης, ο Μέντελ

διατύπωσε δύο νόμους της κληρονομικότητας 302

Η ποσοτική πειραματική προσέγγιση του Μέντελ 302

Ο νόμος του διαχωρισμού 303

Ο νόμος του ανεξάρτητου συνδυασμού 307



ΤΜΗΜΑ 14.2 Η μεντελική κληρονομικότητα διέπεται από τους νόμους των πιθανοτήτων 309

Εφαρμογή του κανόνα του γινομένου και του κανόνα

του αθροίσματος σε μονοϋβριδικές διασταυρώσεις 309

Επίλυση περίπλοκων προβλημάτων γενετικής με τους κανόνες των πιθανοτήτων 310

ΤΜΗΜΑ 14.3 Τα πρότυπα κληρονομής είναι συχνά πιο περίπλοκα απ' ό,τι προβλέπει η απλή μεντελική γενετική 311

- Επεκτείνοντας τη μεντελική γενετική σε ένα γονίδιο 311
- Επεκτείνοντας τη μεντελική γενετική σε δύο ή περισσότερα γονίδια 314
- Φύση και περιβάλλον: Η επίδραση του περιβάλλοντος στον φαινότυπο 315
- Συσχέτιση της μεντελικής θεώρησης της κληρονομικότητας και της ποικιλομορφίας 317

ΤΜΗΜΑ 14.4 Πολλά γνωρίσματα του ανθρώπου κληρονομούνται σύμφωνα με τους νόμους του Μέντελ 317

- Ανάλυση γενεαλογικού δένδρου 318
- Διαταραχές κληρονομούμενες ως υπολειπόμενα γνωρίσματα 319
- Διαταραχές κληρονομούμενες ως επικρατή γνωρίσματα 321
- Πολυπαραγοντικές διαταραχές 322
- Γενετικός έλεγχος και συμβουλευτική 322

15 Η χρωμοσωματική βάση της κληρονομής 331

ΤΜΗΜΑ 15.1 Η μεντελική κληρονομία βασίζεται στη συμπεριφορά των χρωμοσωμάτων 332

- Επιλογή πειραματικού οργανισμού από τον Morgan 332
- Συσχετίζοντας τη συμπεριφορά των αλληλόμορφων ενός γονιδίου με τη συμπεριφορά ενός ζεύγους χρωμοσωμάτων: *Επιστημονική διερεύνηση* 333

ΤΜΗΜΑ 15.2 Τα συνδεδεμένα με φυλετικό χρωμόσωμα γονίδια εμφανίζουν ιδιαίτερα πρότυπα κληρονομής 335

- Η χρωμοσωματική βάση του φύλου 335
- Κληρονομία των X-συνδεδεμένων γονιδίων 336
- Απενεργοποίηση του χρωμοσώματος X στα θηλυκά άτομα των θηλαστικών 337

ΤΜΗΜΑ 15.3 Τα συνδεδεμένα γονίδια τείνουν να συγκληρονομούνται διότι γειτνιάζουν στο ίδιο χρωμόσωμα 339

- Πώς η σύνδεση των γονιδίων επηρεάζει την κληρονομία 339
- Γενετικός ανασυνδυασμός και σύνδεση 340
- Χαρτογράφηση της απόστασης μεταξύ γονιδίων με τη χρήση δεδομένων ανασυνδυασμού: *Επιστημονική διερεύνηση* 343

ΤΜΗΜΑ 15.4 Αλλαγές στον αριθμό ή στη δομή των χρωμοσωμάτων προκαλούν γενετικές διαταραχές 345

- Μη φυσιολογικός αριθμός χρωμοσωμάτων 345
- Αλλοιώσεις στη δομή των χρωμοσωμάτων 346
- Διαταραχές στον άνθρωπο λόγω χρωμοσωματικών αλλοιώσεων 347

ΤΜΗΜΑ 15.5 Ορισμένα πρότυπα κληρονομής αποκλίνουν από αυτά που προέβλεπε η τυπική μεντελική θεωρία 349

- Γονιδιωματικό εντύπωμα 349
- Κληρονομία γονιδίων των οργανιδίων 350



16 Η μοριακή βάση της κληρονομής 355

ΤΜΗΜΑ 16.1 Το DNA είναι το γενετικό υλικό 356

- Η αναζήτηση του γενετικού υλικού: *Επιστημονική διερεύνηση* 356
- Κατασκευάζοντας το δομικό μοντέλο του DNA 358

ΤΜΗΜΑ 16.2 Για την αντιγραφή και την επιδιόρθωση του DNA συνεργάζονται πολλές πρωτεΐνες 362

- Η βασική αρχή: Οι βάσεις ζευγαρώνουν χρησιμοποιώντας ως εκμαγείο τη μία αλυσίδα 362
- Αντιγραφή του DNA: *Μια αναλυτικότερη θεώρηση* 363
- Διορθωτικός έλεγχος και επιδιόρθωση του DNA 369
- Η εξελικτική σημασία των τροποποιημένων νουκλεοτιδίων στο DNA 370
- Αντιγράφοντας τα άκρα των μορίων DNA 370

ΤΜΗΜΑ 16.3 Το χρωμόσωμα αποτελείται από ένα μόριο DNA που συσκευάζεται με ειδικές πρωτεΐνες 373

17 Γονιδιακή έκφραση: Από το γονίδιο στην πρωτεΐνη 379

ΤΜΗΜΑ 17.1 Τα γονίδια κωδικοποιούν πρωτεΐνες μέσω της μεταγραφής και της μετάφρασης 380

- Στοιχεία από τη μελέτη ατελειών του μεταβολισμού 380
- Βασικές αρχές της μεταγραφής και της μετάφρασης 383
- Ο γενετικός κώδικας 384

ΤΜΗΜΑ 17.2 Μεταγραφή είναι η κατευθυνόμενη από το DNA σύνθεση RNA: *Αναλυτική εξέταση* 387

- Τα μοριακά συστατικά της μεταγραφής 387
- Σύνθεση ενός μεταγράφου RNA 388

ΤΜΗΜΑ 17.3 Στα ευκαρυωτικά κύτταρα το RNA τροποποιείται μετά τη μεταγραφή 390

- Τροποποίηση των άκρων του mRNA 390
- Διαμερισμένα γονίδια και συναρμογή του RNA 391

ΤΜΗΜΑ 17.4 Μετάφραση είναι η κατευθυνόμενη από το RNA σύνθεση πολυπεπτιδίου: *Αναλυτική εξέταση* 393

- Τα μοριακά συστατικά της μετάφρασης 393
- Σχηματισμός πολυπεπτιδίου 398
- Ολοκλήρωση και στόχευση της λειτουργικής πρωτεΐνης 400
- Σύνθεση πολλαπλών αντιγράφων ενός πολυπεπτιδίου στα βακτήρια και στους ευκαρυώτες 401

ΤΜΗΜΑ 17.5 Οι μεταλλάξεις σε ένα ή περισσότερα νουκλεοτίδια μπορούν να επηρεάσουν τη δομή και τη λειτουργία των πρωτεϊνών 403

- Τύποι μεταλλάξεων μικρής κλίμακας 404
- Δημιουργία νέων μεταλλάξεων και μεταλλαξιγόνα 407
- Χρησιμοποιώντας αλληλουχίες CRISPR για τη γονιδιακή επεξεργασία και τη διόρθωση νοσογόνων μεταλλάξεων 407
- Τελικά, τι είναι γονίδιο; *Επανεξετάζοντας το ερώτημα* 408

18 Ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης 413

ΤΜΗΜΑ 18.1 Τα βακτήρια συχνά αποκρίνονται σε αλλαγές του περιβάλλοντος με ρύθμιση της μεταγραφής 414

- Οπερόνια: Η βασική ιδέα 414
- Καταστέλλόμενα και επαγόμενα οπερόνια: Δύο τύποι αρνητικής γονιδιακής ρύθμισης 416
- Θετική γονιδιακή ρύθμιση 417

ΤΜΗΜΑ 18.2 Η ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης στους ευκαρυώτες μπορεί να γίνει σε διάφορα επίπεδα 419

- Διαφορική γονιδιακή έκφραση 419
- Ρύθμιση της δομής της χρωματίνης 419
- Ρύθμιση της έναρξης της μεταγραφής 422
- Μηχανισμοί μεταμεταγραφικής ρύθμισης 428

ΤΜΗΜΑ 18.3 Τα μη κωδικά RNA παίζουν πολλούς ρόλους στη ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης 430

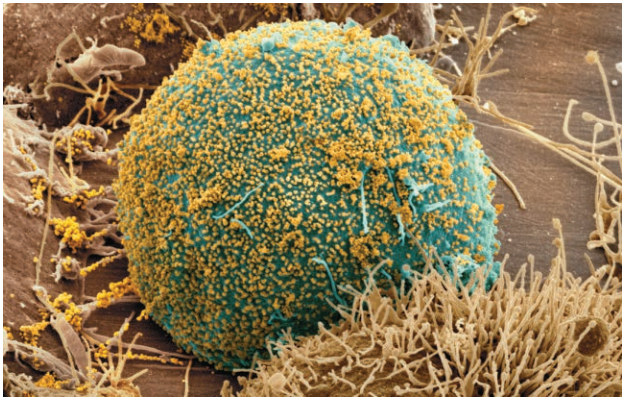
- Επίδραση των miRNA και των siRNA στο mRNA 430
- Επαναδιαμόρφωση της χρωματίνης και επίδραση των ncRNA στη μεταγραφή 431

ΤΜΗΜΑ 18.4 Στους πολυκύτταρους οργανισμούς, ένα πρόγραμμα διαφορικής γονιδιακής έκφρασης οδηγεί στον σχηματισμό κυττάρων διαφορετικού τύπου 432

- Το γενετικό πρόγραμμα της εμβρυϊκής ανάπτυξης 432
- Κυτταροπλασματικοί καθοριστές και επαγωγικά σήματα 433
- Διαδοχική ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης κατά την κυτταρική διαφοροποίηση 434
- Σχηματισμός μορφοτύπου: Καταστρώνοντας το αρχιτεκτονικό σχέδιο του σώματος 435

ΤΜΗΜΑ 18.5 Ο καρκίνος είναι αποτέλεσμα γενετικών αλλαγών που επηρεάζουν τη ρύθμιση του κυτταρικού κύκλου 440

- Τύποι γονιδίων που σχετίζονται με τον καρκίνο 440
- Παρεμβολή στις φυσιολογικές οδούς κυτταρικής σηματοδότησης 441
- Το μοντέλο πολυσταδιακής ανάπτυξης του καρκίνου 443
- Κληρονομική προδιάθεση και περιβαλλοντικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην εμφάνιση καρκίνου 444
- Ο ρόλος των ιών στον καρκίνο 445



19 Ιοί 453

ΤΜΗΜΑ 19.1 Οι ιοί αποτελούνται από ένα νουκλεϊκό οξύ που περιβάλλεται από πρωτεϊνικό κάλυμμα 454

- Η ανακάλυψη των ιών: Επιστημονική διερεύνηση 454
- Η δομή των ιών 455

ΤΜΗΜΑ 19.2 Οι ιοί αναπαράγονται μόνο μέσα στα κύτταρα των ξενιστών τους 456

- Γενικά χαρακτηριστικά του αναπαραγωγικού κύκλου των ιών 457
- Αναπαραγωγικοί κύκλοι των φάγων 457
- Αναπαραγωγικοί κύκλοι των ιών των ζώων 460
- Εξέλιξη των ιών 463

ΤΜΗΜΑ 19.3 Οι ιοί και τα πριόνια είναι πανίσχυρα παθογόνα των ζώων και των φυτών 465

- Ιογενείς ασθένειες στα ζώα 465
- Αναδυόμενοι ιοί 465
- Ιογενείς ασθένειες στα φυτά 469
- Πριόνια: Οι πρωτεΐνες ως μολυσματικοί παράγοντες 470

20 Τεχνολογία του DNA και βιοτεχνολογία 473

ΤΜΗΜΑ 20.1 Η αλληλούχηση και η κλωνοποίηση του DNA συνιστούν πολύτιμα εργαλεία της γενετικής μηχανικής και της βιολογικής έρευνας 474

- Αλληλούχηση του DNA 474
- Σύνθεση πολλαπλών αντιγράφων ενός γονιδίου ή ενός άλλου τμήματος DNA 476
- Χρήση περιοριστικών ενζύμων για τη σύνθεση πλασμιδίων ανασυνδυασμένου DNA 477
- Πολλαπλασιασμός DNA: Η αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR) και η χρήση της στην κλωνοποίηση του DNA 479
- Έκφραση κλωνοποιημένων γονιδίων ευκαρυωτών 480

ΤΜΗΜΑ 20.2 Οι βιολόγοι χρησιμοποιούν την τεχνολογία του DNA για να μελετήσουν την έκφραση και τη λειτουργία των γονιδίων 482

- Ανάλυση της γονιδιακής έκφρασης 482
- Προσδιορισμός της γονιδιακής λειτουργίας 485

ΤΜΗΜΑ 20.3 Οι κλωνοποιημένοι οργανισμοί και τα βλαστικά κύτταρα αξιοποιούνται στη βασική έρευνα και σε άλλες εφαρμογές 487

- Κλωνοποίηση φυτών: Καλλιέργειες από ένα μόνο αρχικό κύτταρο 487
- Κλωνοποίηση ζώων: Μεταμόσχευση πυρήνα 488
- Βλαστικά κύτταρα ζώων 490

ΤΜΗΜΑ 20.4 Οι πρακτικές εφαρμογές της τεχνολογίας του DNA επηρεάζουν τη ζωή μας ποικιλοτρόπως 492

- Ιατρικές εφαρμογές 493
- Ιατροδικαστικά στοιχεία και γενετικά πρότυπα (προφίλ) 497
- Απορρύπανση του περιβάλλοντος 498
- Γεωργικές εφαρμογές 498
- Τεχνολογία του DNA και ζητήματα ασφάλειας και ηθικής 499

21 Τα γονιδιώματα και η εξέλιξή τους 505

ΤΜΗΜΑ 21.1 Το Πρόγραμμα Ανάλυσης του Γονιδιώματος του Ανθρώπου έδωσε ώθηση στην ανάπτυξη ταχύτερων και φθηνότερων τεχνικών αλληλούχησης 506

ΤΜΗΜΑ 21.2 Για τη μελέτη των γονιδιωμάτων και των λειτουργιών τους, οι επιστήμονες χρησιμοποιούν εργαλεία βιοπληροφορικής 507

- Κεντρικές πηγές πληροφόρησης για την ανάλυση γονιδιωματικών αλληλουχιών 507
- Ταυτοποίηση γονιδίων που κωδικοποιούν πρωτεΐνες και κατανόηση της λειτουργίας τους 508
- Κατανόηση των γονιδίων και της γονιδιακής έκφρασης σε συστημικό επίπεδο 509

ΤΜΗΜΑ 21.3 Τα γονιδιώματα ποικίλλουν ως προς το μέγεθος, τον αριθμό των γονιδίων και την πυκνότητα των γονιδίων τους 512

- Μέγεθος του γονιδιώματος 512
- Αριθμός γονιδίων 513
- Πυκνότητα γονιδίων και μη κωδικό DNA 514

ΤΜΗΜΑ 21.4 Οι πολυκύτταροι ευκαρυώτες έχουν μεγάλο ποσοστό μη κωδικού DNA και πολλές πολυγονιδιακές οικογένειες 514

- Μεταθετά στοιχεία και αλληλουχίες σχετικές με αυτά 515
- Άλλες επαναλαμβανόμενες αλληλουχίες DNA 516
- Γονίδια και πολυγονιδιακές οικογένειες 517

ΤΜΗΜΑ 21.5 Διπλάσιασμοί, αναδιατάξεις και

μεταλλάξεις του DNA συμβάλλουν στην εξέλιξη του γονιδιώματος 518

Διπλασιασμός του συνόλου των χρωμοσωμάτων 519

Αλλαγές στη δομή των χρωμοσωμάτων 519

Διπλασιασμός και διαφοροποίηση περιοχών του DNA μεγέθους γονιδίου 520

Εξέλιξη γονιδίων με νέες λειτουργίες 521

Ανακατατάξεις τμημάτων γονιδίων: Διπλασιασμός και αναδιάταξη εξονίων 523

Πώς συμβάλλουν τα μεταθετά στοιχεία στην εξέλιξη του γονιδιώματος 524

ΤΜΗΜΑ 21.6 Η συγκριτική γονιδιωματική προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για την εξέλιξη και την ανάπτυξη 525

Σύγκριση γονιδιωμάτων 525

Εκτενής συντήρηση αναπτυξιακών γονιδίων στα ζώα 529



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α Απαντήσεις Α-1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β Ταξινόμηση των έμβιων όντων Β-1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ Σύγκριση οπτικού και ηλεκτρονικού μικροσκοπίου Γ-1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ Επισκόπηση επιστημονικών δεξιοτήτων Δ-1

ΠΗΓΕΣ Π-1

ΓΛΩΣΣΑΡΙ Γ-1

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ Ε-1